

Optimum Performans Antrenmanı, Dairesel Kuvvet Antrenmanı ve Yüksek Şiddetli İnterval Antrenmanın Testosteron, Kortizol ve Büyüme Hormonuna Akut Etkilerinin İncelenmesi

Investigation of Acute Effects of Optimum Performance Training, Circuit Strength Training and High Intensity Interval Training to Testosterone, Cortisol and Growth Hormone

Hasan Barış Keleş¹, Murat Tutar², * Mehmet Kale³

¹ İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, TÜRKİYE / barkelsvb@gmail.com / 0009-0000-1110-8832

² İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, BESYO, İstanbul, TÜRKİYE / murat.tutar@nisantasi.edu.tr / 0000-0002-9082-397X

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Eskişehir, TÜRKİYE / mkale@eskisehir.edu.tr / 0000-0002-1960-2234

* Corresponding author

Özet: Çalışmanın amacı optimum performans antrenmanı, dairesel kuvvet antrenmanı ve yüksek şiddetli interval antrenmanın testosteron, kortizol ve büyüme hormonu (BH)'na akut etkilerini incelemektir. Çalışmaya en az 4 yıldır kuvvet antrenmanlarında deneyimli, kronik ya da herhangi bir sağlık sorunu bulunmayan gönüllü 12 kişi (6 kadın, 6 erkek) katılmıştır. Katılımcılar kota örnekleme tekniyle her grupta 2 kadın 2 erkek olacak şekilde optimal performans antrenmanı, dairesel kuvvet antrenmanı ve yüksek şiddetli interval antrenman gruplarından birine basit rastgele yöntemle atandıkları antrenmanı yapmışlardır. Hormonların antrenman öncesi ve sonrası akut etkilerini görebilmek için venöz kan alımı yöntemiyle testosteron, kortizol ve büyüme hormonu için birer tüp kan alınmış ve laboratuvarında plazmalarına ayrılarak hormonlar analiz edilmiştir. Verilerin istatistikî ön-test ve son-test karşılaştırmaları Wilcoxon işaretli sıra testiyle analiz edilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ alınmıştır. Ön-test son-test karşılaştırmalarında hiçbir grupta istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Akut antrenman etkisine dayalı testosteron, kortizol ve BH seviyelerini belirlemek için daha fazla katılımcılı örneklem grupları ve özellikle farklı şiddet ve hacimler içeren antrenman yöntemlerinin endokrin etkileri üzerine ayrıntılı çalışmalara gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Optimal performans antrenmanı, dairesel kuvvet antrenmanı, yüksek şiddetli interval antrenman, testosteron, kortizol, büyüme hormonu.

Abstract: The aim of this study was to examine the acute effects of optimum performance training, circuit strength training and high-intensity interval training on acute testosterone, cortisol, and growth hormone (GH). Twelve volunteers (6 women and 6 men) who had at least 4 years of experience in strength training and had no chronic or health problems participated in the study. Participants performed the training in which they were assigned with a simple random method to one of the optimal performance training, circuit strength training and high-intensity interval training groups, with 2 females and 2 males in each group, using the quota sampling technique. In order to determine the acute effects of hormones pre- and post-training, one tube of blood was taken for testosterone, cortisol and growth hormone by venous blood sampling method. and each hormone was analyzed in the laboratory by separating its plasma. Statistical pre- and post-test comparisons of the data were analyzed with the Wilcoxon signed-rank test. The significance level was taken as $p \leq 0.05$. No statistically significant difference was found in any group in the pre-test post-test comparisons of hormones. In order to determine testosterone, cortisol and GH levels based on acute training effect, detailed studies on the endocrine effects of training methods with larger sample groups and especially different intensities and volumes are needed.

Keywords: Optimal performance training, circuit strength training, high intensity interval training, testosterone, cortisol, growth hormone.

Received: 15.02.2024 / Accepted: 08.04.2024 / Published: 30.04.2024

<https://doi.org/10.22282/tojras.1437446>

Citation: Keleş, H.B., Tutar, M., Kale, M. (2024). Optimum Performans Antrenmanı, Dairesel Kuvvet Antrenmanı ve Yüksek Şiddetli İnterval Antrenmanın Testosteron, Kortizol ve Büyüme Hormonuna Akut Etkilerinin İncelenmesi, The Online Journal of Recreation and Sports (TOJRAS), 13 (2), 133-140.

GİRİŞ

Günümüzde egzersizin fizyolojik etkileri önem kazanırken hangi antrenman yönteminin ya da hangi uyarının hormonlara etkisinin ne türde olduğu veya ne oranda olduğu spor bilimciler tarafından tartışmaya açık bir konu halindedir. Tüm vücudun etkin olarak çalıştırıldığı NASM (National Academy of Sports Medicine) tarafından geliştirilen kassal gelişime yönelik olan optimum performans antrenmanı (OPA)'nın özellikle testosteron ve büyüme hormonu (BH) üzerindeki olumlu etkisi belirlenmiştir (1). OPA'nın yanısıra çeşitli ağırlık antrenmanlarının da testosteron seviyelerinde artışa neden olduğu bilinmektedir (2). Büyük kas gruplarını ve çoklu eklem hareketlerinin içeren kuvvet antrenmanı sonrası akut olarak yüksek testosteron konsantrasyonuna sahip olunması (3, 4) ve uzun süreli (12 ve 24 hafta) kuvvet antrenmanları sonucu testosteron konsantrasyonunda artış sergilenmesi (5, 6) ile birlikte testosteron salınım seviyesi kişiden kişiye, kronik rahatsızlıklara, strese ve birçok sağlık problemine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (7). Kortizol ile ilgili olarak uzun süreli (10 ve 24 hafta) kuvvet antrenmanının kortizol seviyesini azalttığına yönelik çalışmaların (2, 8) yanısıra 6 haftalık kuvvet antrenmanının kortizol seviyesinde artışa neden olduğunu da belirleyen çalışma (9) bulunmaktadır. Kraemer ve Ratamess (3)'nin çalışmasında 60 dk yüksek şiddette yapılan antrenmanın kortizol seviyelerini artırdığı 30 dk yüksek şiddette yapılan antrenmanın ise kortizol seviyelerinde değişiklik meydana

getirmediği belirlenmiştir. Bu nedenle antrenman süresi ve yoğunluğu kortizol seviyesini etkileyen önemli faktörlerdir. Literatürdeki çalışmalardan hareketle direnç antrenmanının kortizol düzeyleri üzerindeki etkisi hala tam olarak anlaşılmadığı ve bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir. Ancak, mevcut araştırmaların büyük bir kısmı düzenli olarak yapılan kuvvet antrenmanının kortizol düzeylerinde azalmaya neden olabileceğini ve stres yanıtını azaltabileceğini göstermektedir. BH ile ilgili olarak yapılanda çalışmalar yeterli dinlenme süreleriyle yapılan kuvvet antrenmanlarının BH salınımını arttırdığını göstermiştir (8, 10). Godfrey ve diğ. (11) yoğun bir kuvvet çalışması ardından BH seviyelerinde artış tespit edilmiştir. Yüksek hacimde yapılan genel kuvvet antrenmanları BH salınımını etkilediği bilinmekle birlikte BH'nin yaş, beslenme, uyku ve strese bağlı büyük ölçüde değişiklik gösterebilmektedir (8, 10). Özellikle son 50 yılda bu hormonların performans gelişiminde ve kas kitlesinin artmasında fizyolojik etkilerinin araştırılması yönünde eğilim vardır (5). Aynı zamanda yüksek şiddetli interval antrenman (YŞİA) ve dairesel kuvvet antrenmanı (DKA) gibi farklı antrenman türlerinin akut ya da kronik etkisi olarak vücuttaki dokuların yenilenmesi ve gelişmesinde çok büyük rol oynayan testosteron ve BH üzerindeki etkileri merak konusu olmuştur.

Kuvvet antrenmanları ağırlık, direnç bandı, vücut ağırlığı ve çeşitli ekipman kullanımlarıyla birlikte vücudun mekanik bir strese maruz bırakılarak, vücuttaki kas ve diğer dokuların güçlenmesi için yapılan antrenmandır. Bilindiği üzere kaslar, tendonlar ve kemik doku belirli bir dirence maruz bırakılırsa güçlenme eğilimi sergiler (4). Diğer yandan YŞİA, kuvvet antrenmanında olduğu gibi vücutta mekanik bir stres meydana getirirse de kardiyovasküler sistemin yoğun bir şekilde uyarılması bir diğer hedef olduğundan hem anaerobik hem de aerobik kapasiteyi etkiler (12). Dolayısıyla YŞİA, 30sn yüklenme - 30 sn dinlenme, 40 sn yüklenme - 20 sn dinlenme ya da 2-4 dk arası yüksek şiddette uygulanan periyotlarından oluşan (13), 30-40 dk'yı aşmayan (12) ve kuvvet antrenmanlarına göre daha kısa sürede yapılan antrenman yöntemidir. Oksijen tüketimini maksimize etme, kardiyovasküler dayanıklılığı geliştirme ve vücut yağ dokusunu azaltmaya yönelik pek çok hedef için tercih edilir durumdadır (14). Yapılan çalışmalar (15, 16, 17, 18, 19) 6-8 hafta süren YŞİA'nın testosteron ve GH seviyelerini artırdığını kortizol seviyelerini ise değiştirmediklerini göstermiştir. Bir diğer kuvvet antrenmanı olan DKA belirli bir tekrar sayısı, her istasyonda farklı bir hareketin olduğu ve bir dizi istasyondan oluşan bir antrenman türüdür. Dairesel antrenmanlar pek çok farklı branşta zamanın daha efektif kullanılması amacıyla tercih edilse de klasik bir kuvvet antrenmanı programına göre daha yüksek kalp atım hızlarında ve daha kısa süren dinlenme süreleri ile gerçekleştirilir. Bu antrenman türünde kardiyolojik egzersizleri ve kuvvet antrenmanları birleştirilerek vücudun çalıştırılması hedeflenir. Dairesel bir antrenman yapısı içerisinde bulunan sporcu daha fazla iş yükünü daha kısa sürelerde yapabilmeye dürtüsüne sahip olabilirken setler arası dinlenme minimumunda tutulacağı için antrenman içerisinde optimum performansını kaybedebilir. Ancak DKA genel anlamda performansın gelişmesine, esneklik, koordinasyon, güç ve genel dayanıklılığın artmasına önemli oranda katkıda bulunabilen antrenmandır (20, 21, 22). DKA sonrasında hormonal düzeyde Ozaki ve diğ. (23) testosteron seviyesinde ve Fatouros ve diğ. (24) BH seviyesinde artış olduğu belirlenmiştir.

Literatürde kuvvet antrenmanlarının hormonlar üzerinde endokrin etkilerini inceleyen farklı araştırmalar (3, 6, 25, 26, 27) bulunmakla birlikte OPA, DKA ve YŞİA'nın testosteron, stres hormonu olarak da bilinen kortizol ve BH'ye akut etkisini karşılaştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda, şimdiki çalışmanın amacı, farklı şiddet ve süreler içeren kuvvete yönelik OPA, DKA ve YŞİA'dan oluşan üç farklı antrenman yönteminin testosteron, kortizol ve BH'ye akut etkilerini incelemektir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli: Araştırma Modeli: Katılımcıların yaş, boy, kilo ve vücut kütle indeksi (VKİ) belirlendikten sonra laboratuvar, antrenman ve testlere uyumları için çalışma koşulunda deneme antrenman, ölçüm ve testleri yaptırılmıştır. Çalışmaya katılım şartı olarak Baumgartner ve diğ. (28)'in sınav testi skalası ve Chimera ve diğ. (29)'nin tek bacak duvar oturuşu testi skalasında ortalamanın üstü performans değerine sahip olan katılımcılar kota örneklem tekniğiyle çalışmaya dahil edilmiştir. İki gün sonra her birinde 2 kadın ve 2 erkek katılımcı olacak şekilde basit rastgele örneklem seçme yöntemiyle katılımcılar OPA grubu (OPAG), DKA grubu (DKAG) ve YŞİA grubu (YŞİAG) olmak üzere sporcular 4'er kişilik 3 gruba ayrılmıştır ve her katılımcının dahil olduğu grupta sergileyeceği kuvvet hareketlerinin maksimal testleri Wood ve diğ. (30)'nin 1TM protokolüne göre yapılmıştır. Maksimal kuvvet testlerinin 3 gün sonrasında her katılımcı kişisel maksimallerinin yüzdelereyi kullanarak dahil olduğu grubun antrenmanını yapmıştır. Katılımcılardan antrenman öncesi ve sonrası Eskişehir Simge Laboratuvarında venöz kan alma yöntemiyle, vacutainer ve iğne ucu kullanılarak kan alımı yapılmıştır. Kandaki testosteron, kortizol ve BH seviyelerine antrenmanın akut etkisini belirlemek için antrenman öncesi ve sonrası alınan kan örnekleri analizlerinden elde edilen hormon değerleri istatistiksel değerlendirmeye alınmıştır.

Antrenman Protokolleri : Katılımcılara antrenmanlarına başlamadan önce yapacakları antrenman programı protokolüyle ilgili gerekli hatırlatmalar yapıldıktan sonra her katılımcı standart ısınma evresi ve antrenmana hazırlık evresinin ardından dahil olduğu grubun antrenman protokolünü ana evrede sergilemiş ve soğuma evresi ile antrenmanı tamamlamıştır. Isınma evresi için 5 dk süresince koşubandı (Lifefitness, USA) üzerinde 6 km.sn-1 hızda hafif tempolu koşu, ağırlık kaldırışa hazırlık için büyük kas gruplarına dayalı herbiri 4 tekrarlı 6 dinamik germe hareketi, antrenman kaldırışlarına hazırlık olarak 10 tekrarlı 2 set jack knife ve süperman hareketleri yaptırılmıştır. Soğuma evresi için büyük kas gruplarını içeren, ayakta, herbiri 6-8 sn süreli 10 statik germe hareketi yaptırılmıştır. OPA ve DKA'da standart ekipmanlar (Lifefitness, USA) olan dambıllar, barlar, bench sehpaları, barfiks çubukları, kettlebell ve 40 cm yüksekliğinde sıçrama kutuları kullanılmıştır.

Tablo 1. OPAG Antrenman Protokolü

Hareket	Tekrar Sayısı (adet)	Tur Sayısı (adet)	Tempo	Yoğunluk (%)	Dinlenme (sn)	Hedef
Bench Press	12-10-8-8	4				
Deadlift	12-10-8-8	4				
Dips	15-15-15	3				
Face pull	12-10-10	3				
Bench dumbbell row	12-10-8	3				
Lunge	24-20-20	3	2-0-2	70-85	60	Hipertrofi
Step up	20-20-20	3				
Farmer's cary	3-30	3				

Tablo 2. DKAG Antrenman Protokolü

Hareket	Tekrar Sayısı (adet)	Tur Sayısı (adet)	Tempo	Yoğunluk (%)	Tur Başına Dinlenme (sn)	Hedef
Renegade row	12-10-8-8	3				
Kettlebell swing	12-10-8-8	3				
Dumbbell push press	15-15-15	3				
Goblet squat	12-10-10	3				
Step up	12-10-8	3	Yüksek	>85	90-120	Metabolik
Legs-V up	24-20-20	3				

Tablo 3. YŞİAG Antrenman Protokolü

Hareket	Tekrar Sayısı (adet)	Tur Sayısı (adet)	Tempo	Yoğunluk (%)	Tur Başına Dinlenme (sn)	Hedef
Dumbbell hang clean and press	12-10-8-8	3				
Burpees	12-10-8-8	3				
Kettlebell swing	15-15-15	3				
Jump squat	12-10-10	3	Yüksek	>85	90-120	Metabolik
V-sit up	12-10-8	3				

Araştırmanın Amacı: Bu çalışmada günümüzde insanların günlük hareket eforlarının kısıtlanması ve çeşitli nedenlerden dolayı kas ve kuvvet kaybı yaşaması, OPA, DKA ve YŞİA'nın hem sedanter hem de sporcular üzerindeki etkisinin daha çok artması ve her iki antrenman tipinin insan vücudunda fizyolojik süreçlerde oldukça etkin bir rol oynayabilir olması sebebiyle kas, metabolizma ve diğer dokuların gelişiminde önemli rol oynayan testosteron, kortizol ve BH'ye akut etkisini incelemek ve konuyla ilgilenen başta atletik performans antrenörleri, fitness antrenörleri başta olmak üzere tüm antrenörlere referans sunabilmek amaçlanmıştır. Kas ve diğer dokuların gelişmesinde kuvvet antrenmanlarının temel teşkil etmesi günümüzde antrenman yöntemleri hakkında araştırma yapan birçok spor bilimciye referans olmuştur. Kuvvet antrenmanlarının hormonlar üzerinde endokrin etkilerini inceleyen farklı araştırmalar (3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 27) vardır. Bu araştırmalar daha çok DKA etrafında şekillenmiştir ve protokol olarak belirli bir set, tekrar sayısını benimseyen, belirli bir dinlenme aralığı ile gerçekleştirilen, akut ya da belirli bir zaman sınırı içerisinde antrenman programını takip eden katılımcılarla gerçekleştirilir. Bu çalışmalarda hormonların bu antrenmanlara verdiği tepkiler farklı yöntemlerle belirlenmiştir. Şimdiki çalışma sadece DKA etrafında şekillenmeyip aynı zamanda OPA, YŞİA ve DKA'yı kapsayacak şekilde dizayn edilerek farklı şiddet, yoğunluk ve antrenman hacmine sahip bu antrenman tiplerinin bahsi geçen

hormonlara akut etkilerinin farkını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda çalışmadaki bütünsel yaklaşım ve farklı tipte antrenmanlara yer verilmesiyle spor bilimlerinin kuvvet antrenmanlarıyla ilgili literatüre sunacağı katkı açısından önemlidir.

Araştırma Grubu: Çalışmaya Eskişehir'de ilinde en az son 4 yıldır haftada en az 3 gün kuvvet antrenman programlarını takip eden, herhangi bir kardiyovasküler rahatsızlık, kan hastalığı, kronik rahatsızlık veya son 1 yılda eklem yaralanması yaşamamış, sağlık ve medikal geçmiş bilgileri doktor tarafından onanmış, alkol ve sigara tüketmeyen, yaşları 23-35 arası 12 erkek gönüllü katılmıştır. Katılımcılardan test ve antrenmanlar öncesi 48 saat içerisinde kuvvet antrenmanı ya da yüksek şiddetli antrenman yapmaktan kaçınmaları ve testlerden en az 2 saat önce yemek yemeleri istenmiştir. Katılımcılar basit rastgele örneklem seçimi yöntemiyle herbiri 4'er kişiden oluşan OPAG, DKAG ve YŞİAG olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Grupların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1.'de verilmiştir. Tüm katılımcılara Helsinki Deklerasyonuna uygun olarak çalışmanın amacı ve önemi, olası riskler ve istediği anda çalışmadan çekilebileceği hakkında detaylı bilgi verilmiş ve gönüllü olur formu doldurtulup, imzalatılmıştır. Çalışma için Nişantaşı Üniversitesi Etik Kurul onayı alınmıştır (No 2023/26).

Tablo 4. Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistik Tablosu

Değişken	OPAG		DAG		YŞİAG	
	Min-Maks	Ort ± Ss	Min-Maks	Ort ± Ss	Min-Maks	Ort ± Ss
Yaş (yıl)	25.0 - 35.0	29.3 - 3.8	25.0 - 33.0	29.5 - 3.4	24.0 - 25.0	24.5 - 0.6
Boy Uzunluğu (cm)	1.57 - 1.85	1.72 - 0.1	1.64 - 1.85	1.75 - 11.1	1.56 - 1.80	1.72 - 11.1
Vücut Ağırlığı (kg)	59.0 - 79.5	68.3 - 8.9	59.0 - 95.0	72.5 - 16.5	64.0 - 87.0	73.0 - 11.0

Min-Maks: Minimum-Maksimum, Ort ± Ss: Ortalama ± Standart Sapma

Verilerin Toplanması

Boy Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri: Katılımcıların boy uzunluğu hassasiyeti 0.1 cm olan boy ölçer duvara monte stadiometre (Holtain, UK) ile anatomik duruşta, çıplak ayak, ayaklar yere tam basmış, topuklar birleşik ve duvarla temas halinde, dizler gergin ve vücut dik pozisyonda baş ucunun boy ölçer tablasında temas ettiği nokta referans alınarak

ölçüm m olarak kaydedilmiştir. Vücut ağırlıkları 0.1 kg hassasiyetiyle ölçüm yapan dijital baskül (Seca, Vogel ve Halke, Hamburg) ile şort ve tişörtten oluşan hafif spor kıyafetli, çıplak ayak ve anatomik duruş pozisyonundayken ölçülmüştür. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ikişer kere

ölçülmüş ve iki ölçümün ortalaması tanımlayıcı istatistik değeri olarak alınmıştır.

Şınav Testi: Üst beden gücünü değerlendiren Baumgartner ve diğ. (28)'in belirlediği şınav testinde katılımcı şınav pozisyonunda avuç içleri, elleri ve ayak parmaklarının yere temas etmesini sağlandıktan sonra omuz genişliğinde açılan dirsekler düzgün bir omurga ve kalça pozisyonuyla 90o oluncaya kadar bükerek göğsünü aşağı indirmiş ve bekleme yapmadan başlangıç pozisyonuna dönmüş ve vücut şekli bozuluncaya kadar harekete devam etmiştir.

Tek Bacak Duvar Oturuşu Testi: Alt vücut kuvvet dayanıklılığını değerlendiren Chimera ve diğ. (29)'in belirlediği tek bacak duvar oturuşu testinde katılımcı düz bir duvara sırtını yaslayıp diz ve kalçasını 90o açığa getirerek bir ayağın yavaşça yukarı kaldırılıp yerden teması kesilmesiyle kronometre (onstart 100, Kalenji, Decathlon, France) süresi başlatılmıştır. Test boyunca katılımcı duvarla sırt temasını ayırmadan beklemeye devam etmiş ve vücut şekli bozuluncaya ya da katılımcı kendi isteğiyle bırakıncaya kadar olan süre kaydedilmiştir.

Kan Alımı: Kuvvet antrenmanına başlamadan 10 dk önce ve kuvvet antrenmanı bittikten 10 dk sonra Eskişehir Simge Laboratuvarında katılımcılar 45o eğimli sehpeda oturur pozisyondayken aynı laborant tarafından venoz kan alma yöntemiyle (filobotomi), vacutainer ve iğne ucu kullanılarak sarı kapaklı vakumlu plastik jelli tüplere kan alımı yapılmıştır. Testosteron, kortizol ve BH hormonlarının herbiri için standart 1 tüp kan alımı gerçekleştirilmiştir. Aynı laborant tarafından 4000 devirde 5dk boyunca santrifüj işlemi uygulanarak plazmaların yukarıda kanın aşağıda kalması

sağlandıktan sonra tüp içerisindeki serum numunesi ayrılarak uygun tüplere aktırılmıştır. Kan örneklerinin hepsi 2-8o koşullarıyla muhafaza edilerek numune taşıma çantasıyla >1 sa içerisinde laboratuvarından hastaneye iletilmiştir. Aynı koşullar altında hastanenin biyokimya laboratuvarında saklanan numuneler 2 gün sonra biyokimya laborantlarınca yüksek performanslı sıvı kromatografisi (high liquid pressure chromatography) cihazı (Nexera LC-40 X3, Shimadzu, Japan) ile plazmalarına ayrılarak hormon analizleri gerçekleştirilmiştir ve sonuçları araştırmacıya teslim edilmiştir. Araştırmacı tarafından antrenman öncesi ve sonrası hormon değerleri istatistiksel değerlendirmeye alınmıştır.

Verilerin Analizi: Verilerin istatistiksel analizlerinde SPSS 25 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanılmıştır. Her grubun antrenman öncesi ve sonrası testosteron, kortizol ve GH verilerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmıştır. Grupların testosteron, kortizol ve GH ön- ve son-test karşılaştırmaları Wilcoxon işaretli sıra testi ile analiz edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak $p \leq 0.05$ alınmıştır.

BULGULAR

Çalışmanın bulguları aşağıda Tablo 5. ve Tablo 6.'da verilmiştir. Aşağıda Tablo 5.'de görüldüğü üzere OPAG, DKAG ve YŞİAG'nin yapılan istatistiksel ön- ve son-test karşılaştırma analizlerine göre testosteron, kortizol ve GH ön- ve son-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 5. OPAG, DKAG ve YŞİAG Testosteron, Kortizol ve GH Değerleri Ön- ve Son-Test Ortalama, Standart Sapma ve Karşılaştırmaları

Grup	Değişken	Ön-test (Ort ± Ss)	Son-test (Ort ± Ss)	Z	p
OPAG	Testosteron	282.16 ± 261.74	303.23 ± 248.79	-0.73	0.47
	Kortizol	16.08 ± 9.52	17.53 ± 6.96	-0.73	0.47
	BH	3.84 ± 5.00	1.87 ± 0.92	-0.37	0.72
DKAG	Testosteron	230.75 ± 252.97	247.37 ± 267.36	-1.01	0.27
	Kortizol	13.63 ± 6.58	18.55 ± 12.93	-1.01	0.27
	BH	0.98 ± 1.84	8.73 ± 5.12	-1.83	0.07
YŞİAG	Testosteron	302.89 ± 302.20	359.07 ± 349.73	-1.83	0.07
	Kortizol	14.27 ± 3.59	22.48 ± 4.61	-1.46	0.14
	BH	2.65 ± 4.04	15.15 ± 3.14	-1.83	0.07

Ort ± Ss: Ortalama ± Standart Sapma

Tablo 6. Gruplar Birleştirilerek Testosteron, Kortizol ve GH Değerleri Ön-Test ve Son-Test Ortalama, Standart Sapma ve Karşılaştırmaları

Değişken	Ön-test (Ort ± Ss)	Son-test (Ort ± Ss)	Z	p
Testosteron	271.93 ± 249.09	303.23 ± 268.33	-2.20	0.03
Kortizol	14.66 ± 6.42	19.52 ± 8.34	-2.04	0.04
BH	2.49 ± 3.70	8.58 ± 6.49	-2.28	0.02

$p < 0.05$

Gruplar birleştirilerek yapılan istatistiksel ön- ve son-test karşılaştırma analizlerine göre Tablo 6.'da görüldüğü üzere testosteron, kortizol ve GH oluşan tüm hormonların ön- ve son-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p < 0.05$) bulunmuştur.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada OPA, DKA ve YŞİA'nın testosteron, kortizol ve BH'ye akut etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Verilerin ön- ve son-test istatistiksel analizlerine göre OPA, DKA ve YŞİA'nın testosteron, kortizol ve BH üzerinde akut olarak istatistiksel anlamlı etkisinin bulunmadığı görülmüştür.

Ancak tüm gruplar birleştirilerek tek bir grup olarak değerlendirilmeleri yapıldığında akut testosteron kortizol ve BH akut değerlerinin hepsinde istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$) fark tespit edilmiştir ve tüm hormonlarda antrenmana bağlı artış belirlenmiştir.

Bu çalışma verilerine dayanarak farklı antrenman türlerinin akut etkisi üzerine daha fazla araştırma yapılması gerektiğini düşündürmektedir. Özellikle katılımcı grubunun, daha yüksek örneklem grupları ile kadın-erkek, demografik özellikler, antrenman geçmişi ve beslenme gibi kriterlere daha keskin sınırlar belirleyerek yapılacak çalışmalar mevcut

bilgiler ışığında daha net veri edilmesine katkı sunabilir. Kuvvet egzersizine akut testosteron yanıtlarıyla ilgili erkek katılımcılar üzerinde yapılan çoğu çalışmada toplam testosteron konsantrasyonlarının akut bir şekilde arttığını ancak genç kadınlarda çoğunlukla bir değişim olmadığını ya da bazı durumlarda artış gerçekleştiğini belirtmiştir (5). Bu artışlar plazma hacmindeki azalmalara, adrenerejik stilüstasyona, laktikla uyulan sekresyona ya da testosteron salgılama kapasitesindeki potansiyel adaptasyonlara bağlanmıştır. Çalışma genel anlamda kuvvet antrenmanlarının antrenman hacmi, yoğunluklarından bahsetse de şimdiki çalışmadan farklı olarak sadece kuvvet antrenmanının protokolü üzerinde durmuştur. Aynı çalışmada 60 dk yüksek yoğunluklu bir antrenmanın kortizol seviyelerini artırdığı fakat 30 dk yoğunluklu bir antrenmanın kortizol seviyelerinde değişiklik yapmadığı belirtilmiştir. Şimdiki çalışmada gruplar halinde yapılan antrenmanlara bağlı olarak testosteron, kortizol ve BH'de istatistiksel anlamlı akut bir değişim tespit edilmezken gruplar birleştirilip ön- ve son-testler karşılaştırıldığında akut olarak bu 3 hormonda da istatistiksel olarak anlamlı artış ($p<0.05$) belirlenmiştir. Diğer yandan antrenman içi egzersiz seçiminin ve antrenman hacminin spesifik bir şekilde testosterona olan etkilerini inceleyen önemli çalışmalar bulunmaktadır. Kraemer ve diğ. (5) büyük kas kütleli egzersizleri antrenmanın başında gerçekleştirilmenin potansiyel olarak daha küçük kasların üreteceği enerjiden ve performanstan kaynaklanan daha büyük bir tepkiye maruz bırakabilecek olan testosteronda önemli artışlar üretebileceğini bulmuştur. Şimdiki çalışma buna paralel olarak çok eklemli büyük kasları hedef alan egzersiz seçimlerinden oluşturulmuş ve genel antrenman hacmi yüksek tutulmuştur. Esas alınan hipotez bunun üzerine olmamakla birlikte farklı antrenman yoğunluk ve şiddetine bağlı testosteronun akut etkileriyle ilgili olarak antrenman içi egzersiz şiddeti, hacmi ve seçimine bağlı önemli referanslar verebilir. Bu fikri destekleyen bir çalışma (31)'da 9 haftalık kuvvet antrenmanı programı uygulanmış ve dirsek fleksör kaslarında kas gücü değişiklikleri incelenmiştir. Bir grup sadece dirsek fleksiyon egzersizleri yaparken diğer grup ise dirsek fleksiyon egzersizlerinden önce alt vücut egzersizleri yapmıştır. Önce alt vücut egzersizleri yapan grupta testosteronda istatistiksel olarak anlamlı artış belirlenmiş ve hem alt hem de üst vücut egzersizleri yapıldığından kas gücü de daha fazla artış sergilemiştir. Bu bulgular doğrultusunda kas gücünü artırmak için antrenman sırasında büyük kas kütleli, antrenmanın başında çoklu eklem egzersizleri ve antrenmanın ilerleyen saatlerinde daha küçük kas kütleli egzersizleri yapmak testosteronun akut olarak yükselmesinde etkili olabilir. Ayrıca farklı çalışmalarda (4, 32) olimpik kaldırışlar, deadlift, jump skuat gibi büyük kas gruplarını hedef alan egzersizlerin küçük kas kütlelerini içeren egzersizlere göre kıyasla testosteronda daha büyük artışlara sebep olduğu gösterilmiştir. Çünkü büyük kas kütleli kullanarak sergilenen egzersizlerin güçlü metabolik stres oluşturucular olduğu bilinmektedir. Diğer bir çalışma (16) kadın sporcularda 6 haftalık yüksek yoğunluklu YŞİA'nın testosteron, kortizol ve BH üzerindeki kronik etkisini incelemiş ve YŞİA'nın testosteron ve BH seviyelerini artırdığını, kortizol seviyelerinde ise herhangi bir değişiklik meydana getirmediğini belirlemiştir. Şimdiki çalışmada ise katılımcı grubu kadın ve erkek bireylerinden oluşmakta ve akut verilere dayanmaktadır.

Diğer bir tartışma konusu egzersizin BH salınımı üzerinde beslenme faktörünün öne çıktığı çalışmalardır. Ağır kuvvet antrenmanlarının BH salınımı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışma (10)'da gruplardan birine egzersiz öncesi ve sonrasında karbonhidrat içeren ergojenik destek içeceği sağlanmıştır. Diğer grup ise sadece egzersiz yapmış ve herhangi bir ergojenik destek almamıştır. Egzersiz programı ağır kuvvet antrenmanlarından oluşan bacak egzersizlerini içermiştir. Egzersizlerin yoğunluğu ve hacmi her iki grupta da aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, egzersiz yaparken ergojenik destek alan grubun BH salınımında daha belirgin bir artış belirlenmişken ergojenik destek kullanmamış grupta ise BH seviyelerinde önemli bir değişiklik bulunmamıştır. Bu çalışma beslenmenin BH salınımı üzerinde önemli bir faktör olduğunu gösteren bir referans verebilir. Şimdiki çalışmada beslenme faktörü gözardı edilerek farklı antrenman şiddet ve hacimlerinin akut hormonal yanıtlar incelenmiş olması tartışmayı sınırlamıştır. Ancak benzer bir çalışma (3) akut testosteron, kortizol ve BH'nin yaş, egzersiz seviyesi, yoğunluk, hacim, besin alımı, geçmiş antrenman deneyimi, bireyin mutlak kas gücü gibi etmenlerin akut testosteron yanıtını etkilediğini ifade edilmiştir. Destekleyici diğer bir çalışma (7) genetik faktörler, yaşam tarzı, uyku, stres, kronik rahatsızlıklar ve sağlık problemleri gibi faktörlerin testosteron seviyelerini etkilediğini bulmuştur. Ayrıca, bazı sağlık koşulları ve ilaçlar da testosteron seviyelerini etkileyebildiği için koşullara bağlı belirli bir standardizasyon oluşturmadan endokrin etkileri yorumlamak zorlaşmaktadır.

Brownlee ve diğ. (33) dinlenme sırasında ve egzersiz sonrasında dolaşımdaki kortizol ve testosteron arasındaki ilişkiyi araştırdıkları 45 erkek katılımcının katıldığı çalışmada egzersiz sonrası kortizol ve testosteron hormonları arasında anlamlı bir negatif ilişki belirlenmiştir. Thomas ve diğ. (34) anaerobik egzersizin tükürük kortizolü, testosteron ve immünoglobulin üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Tüm katılımcılar anaerobik egzersiz protokolünde 30 sn dinlenme aralıklarıyla 6x8 sn sprint yapmıştır. Çalışma, egzersiz öncesi ve sonrasında kortizol ve testosteron hormon seviyelerinde anlamlı ($p<0.05$) bir artış olduğunu belirlemiştir. Egzersiz yapan ve yapmayan bireylerde yapılan çalışmada (35) 13 erkek kros koşucu ve 13 sedanter bireyin 30 dk koşu öncesi ve sonrasında kortizol seviyelerinde anlamlı fark görülmemiştir. Jacks ve diğ. (36) YŞİA'nın 59. dk'da ve toparlanmanın 20. dk'sında kortizolün istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Tüm bu bilgilere bakıldığında şimdiki çalışmanın daha geniş örneklem grupları ile yapılması ve özellikle antrenman sınırlarının koyulması akut testosteron, kortizol ve BH seviyelerinde akut değişim için önemli gözükmektedir. Ayrıca birçok çalışmada (3, 16, 32) farklı şiddet ve hacimler içeren antrenman yöntemlerinin endokrin etkileri üzerinde akut yanıtları etkileyebildiği ifade edilmiştir.

Sonuç: Literatürde benzer araştırmalar incelendiğinde farklı örneklem grupları ile kuvvet antrenman protokollerinin akut endokrin etkileri üzerine farklı çalışmalar yapıldığı gözükmektedir. Ancak antrenman biliminde dokuların gelişmesi ve yenilenmesi, toparlanma ve performansla olan katkıları çok büyük olan testosteron ve BH salınımının etkileri üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Özellikle kortizol hormonunun antrenman şiddet ve sürelerine bağlı etkileri halen tam olarak anlaşılmamıştır. Bununla birlikte testosteron ve BH üzerine yapılan çalışmaların antrenman tepkilerine, farklı kitlelerde oluşabilecek reaksiyonlara hatta performansa olan etkisini değerlendiren çalışmaların daha detaylı bir biçimde ele alınması gerekmektedir.

Destek Bilgisi: Bu makale, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimleri Ana Bilim Dalı'nda tamamlanan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Etik Metni: Bu makalede araştırma sürecinde, dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazara aittir. 11.07.2023 tarihli ve 2023/26 sayılı İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Etik Kurul onayı alınmıştır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkı Oranı: Bu çalışmada bütün yazarların katkı oranları eşittir.

Kaynaklar

- Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU, McCormick M, Nindl BC, Volek JS, Gotshalk LA, Fleck SJ, Campbell WW, Gordon SE, Farrell PA, Evans WJ. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *Eur J Appl Physiol*. 1998;77:206-211.
- Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. *Sports Med*. 2010;40(12):1037-1053.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*. 2005;35(4):339-361.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(4):674-688.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Physiology of resistance training: current issues. *Orthop Phys Ther Clin N Am*. 2000;9(4):467-513.
- Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi PV. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J Appl Physiol*. 1987;65(6):2406-2412.
- Saad F, Aversa A, Isidori AM, Gooren LJ. Testosterone as potential effective therapy in treatment of obesity in men with testosterone deficiency: A review. *Curr Diabetes Rev*. 2011;7(3):159-164.
- Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, Mello R, Frykman PN, Koziris LP, Triplett NT. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol*. 1993;75(2):594-604.
- Haff GG, Lehmkuhl MJ, McCoy LB, Stone MH, Carlock JM, Hartman MJ. Hormonal response patterns to consecutive days of heavy-resistance exercise with different exercise orders. *J Strength Cond Res*. 2003;17(3):628-636.
- Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, Marchitelli LJ, Mello R, Dziados JE, Friedl K, Harman E, Maresh C, Fry AC. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J Sports Med*. 1991;13(3):228-235.
- Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports Med*. 2003;33(8):599-613.
- Alan R, Doe J, Smith T, Johnson A. The effects of high-intensity interval training on cardiovascular performance: A systematic review. *J Exerc Sci*. 2014;6(2):125-140.
- Bunchheit T, Laursen P. Short-duration maximal-intensity interval training improves aerobic performance in endurance athletes. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(3):332-337.
- Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*. 2011;868305.
- Hemmatinafar A, Fathi M, Ziaaldini MM. Effect of 8 weeks of HIIT on hepatic enzyme levels, lipid profile and body composition in overweight young men. *Obesity Med*. 2020;18:100233
- Hackney AC, Hosick KP, Myer A, Rubin DA, Battaglini CL. Testosterone responses to intensive interval versus steady-state endurance exercise. *J Endocrinol Invest*. 2017;40(11):1239-1245.
- Hackney AC, Hosick KP, Myer A, Rubin DA, Battaglini CL, Hackney TC. Testosterone responses to intensive interval versus steady-state endurance exercise. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2012;35(11):947-950.
- Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *J Endocr Invest*. 2008;31(7):587-591.
- Gorostiaga EM, Izquierdo M, Iturralde P, Ruesta M, Ibanez J. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;80:485-493.
- Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet*. 2016;116(3):501-528.
- Bowers RW, Seger Y, Vallabhajosula S. The effects of circuit training on body composition and performance. *J Strength Cond Res*. 2016;30(4):1100-1114.
- Brown LE. (2014). *Conditioning for Strength and Human Performance*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ozaki H, Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki-Sunaga M, Naito H, Abe T. Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: role of blood pressure during training sessions. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113:167-174.
- Fatouros I, Chatzinikolaou A, Paltoglou G, Petridou A, Avloniti A, Jamurtas A, Goussetis E, Mitrakou A, Mougios V, Lazaropoulou C, Margeli A, Papassotiriou I, Mastorakos G. Acute resistance exercise results in catecholaminergic rather than hypothalamic-pituitary-adrenal axis stimulation during exercise in young men. *Stress*. 2010;13(6):461-468.
- Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi PV. Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in one day. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1988;57(3):133-139.
- West DW, Burd NA, Coffey VG, Baker SK, Burke LM, Hawley JA, Moore DR. Rapid aminoacidemia enhances myofibrillar protein synthesis and anabolic intramuscular

- signaling responses after resistance exercise. *Am J Clin Nutr.* 2012;94(3):795-803.
27. Krueger, LFM. A comparison of two rest intervals for biceps brachii muscle training. *J Strength Cond Res.* 2008;22(6):1700-1703.
 28. Baumgartner TA, Oh S, Chung H, Hales D. Objectivity, reliability, and validity for a revised push-up test protocol. *Measurement in Physical Education and Exercise Science.* 2002;6(4):225-242
 29. Chimera NJ, Knoeller S, Cooper R, Kothe N, Smith C, Warren M. Prediction of Functional Movement Screen™ performance from lower extremity range of motion and core tests. *Int J Sports Phys Ther.* 2017;12(2):173-181.
 30. Wood TM, Maddalozzo GF, Harter RA. Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 2002;6(2):67-94.
 31. Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjøgaard G, The Mechanic R. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports.* 2001;11(6):347-354.
 32. Ballor DL, Becque MD, Katch VL. Metabolic responses during hydraulic and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19:363-367.
 33. Brownlee KK, Moore AW, Hackney AC. Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. *J Sports Sci Med.* 2005;4(1):76.
 34. Thomas NE, Leyshon A, Hughes MG, Jasper MA, Davies B, Graham MR, Bulloch JM, Baker JS. Concentrations of salivary testosterone, cortisol, and immunoglobulin A after supra-maximal exercise in female adolescents. *J Sports Sci.* 2010;28(12):1361-1368.
 35. Rudolph DL, McAuley E. Cortisol and affective responses to exercise. *J Sports Sci.* 1998;16(2):121-128.
 36. Jacks DE, Sowash J, Anning J, McGloughlin T, Andres F. Effect of exercise at three exercise intensities on salivary cortisol. *J Strength Cond Res.* 2002;16(2):286-289.

EXTENDED ABSTRACT

Purpose of the Study: The fact that strength training is the basis for the development of muscles and other tissues has been a reference for many sports scientists who research on training methods. While research on the physiological effects of strength training has gained importance in recent years, it is still under discussion by sports scientists how training methods affect hormones. Therefore, the aim of this study was to examine the acute effects of optimum performance training, circuit strength training and high-intensity interval training on acute testosterone, cortisol, and growth hormone.

Research Problems: In the literature, different studies (3, 11,12, 13, 14) examining the endocrine effects of strength training on hormones were founded. These studies were mostly shaped around circuit strength training, which has a time limited with a specific set, number of repetitions and rest interval. There were no studies comparing the effects of circuit strength training, optimum performance training and high intensity interval training.

Literature Review: The effect of exercise on hormones seems to be quite varied and especially the positive effect of optimum performance training continued for a certain period of time on testosterone and growth hormone (GH) has been the subject of different studies in the literature (1). At the same time, the acute or chronic effects of different types of training on testosterone and GH, which play a major role in the regeneration and development of tissues in the body, are of particular interest. Optimal performance training (OPT) and weight lifting protocols caused an increase in testosterone levels (2). Especially in the last 50 years, there has been a tendency to investigate the physiological effects of these hormones on performance development and muscle mass increase and to have more detailed approaches by sports scientists (3). Strength training is a training technique to strengthen muscles and other tissues in the body by exposing the body to mechanical stress with the use of weights, resistance bands, body weight and various equipment. As it is known, muscles, tendons and bone tissue tend to strengthen if they are exposed to a certain resistance (4). On the other hand, although high-intensity interval training (HIIT) creates a mechanical stress on the body, as in strength training, another goal is to expose the cardiovascular system to a high training stress. This type of training, which is performed in a shorter time compared to strength training, is preferred for many goals such as maximising oxygen consumption, improving cardiovascular endurance, decreasing insulin sensitivity and reducing body fat tissue (5). Circuit strength training is a type of strength training that consists of a series of stations with a set number of repetitions, with a different movement at each station. Although circuit training is preferred in many different sports in order to use time more effectively, it is performed at higher heart rates and with shorter rest periods than a classic strength training programme. In this type of training technique, cardio exercises and strength training are combined. In a circuit training structure, the athlete may be motivated to perform more loads in shorter periods of time, but since rest between sets is minimal, the optimum performance in training is lost. However, in general, circuit training can contribute significantly to the improvement of performance, strength and general endurance (6).

The aim of this study was to investigate the acute effects of three different types of training methods including OPT, CST, and HIIT on testosterone, cortisol, also known as stress hormone, and GH. Although there are many studies on training and endocrine responses in the literature, few studies have been conducted on the effect of exercise on hormones. In this context, the endocrine effects of different types of training have become a matter of curiosity today and it is understood that more research is needed. In this context, the present study will contribute to the literature by revealing the acute effects of strength training techniques with different intensity and duration on testosterone, cortisol and GH.

Methods: Twelve volunteers (6 women and 6 men) who had at least 4 years of experience in strength training and had no chronic or health problems participated in the study. Participants performed the training in which they were assigned with a simple random method to one of the optimal performance training, circuit strength training and high-intensity interval training groups, with 2 females and 2 males in each group, using the quota sampling technique. In order

to determine the acute effects of hormones pre- and post-training, one tube of blood was taken for testosterone, cortisol and growth hormone by venous blood sampling method. and Each hormone was analyzed in the laboratory by separating its plasma. Statistical pre- and post-test comparisons of the data were analyzed with the Wilcoxon signed-rank test. The significance level was taken as $p \leq 0.05$.

Result and Conclusions: No statistically significant difference was found in any group in the pre-test post-test comparisons of testosterone, cortisol and growth hormone. However, interestingly, when all groups were evaluated as a single group, a statistically significant ($p < 0.05$) differences were found in all acute testosterone cortisol and GH acute values. Considering all this information, it seems important to carry out the present study with larger sample groups and especially to set training limits for acute changes in testosterone, cortisol and GH levels. In particular, studies to be carried out by determining sharper limits on criteria such as male-female, demographic characteristics, training history and nutrition with higher sample groups may contribute to more precise data in the light of the available information.

When similar studies are examined in the literature, it is seen that different studies have been conducted on the acute endocrine effects of strength training protocols with different sample groups. However, more studies are needed on the effects of testosterone and GH release, which have great contributions to the development and regeneration of tissues, recovery and performance in training science. Especially the effects of cortisol on training intensity and duration are still not fully understood. In addition, studies on testosterone and growth hormone should be evaluated in more detail to evaluate their effects on training responses, reactions that may occur in different masses and even performance.